

**La enseñanza de las matemáticas en el siglo XXI****The Teaching of Mathematics in the 21st Century**

Recebimento dos originais: 05/01/2019

Aceitação para publicação: 08/02/2019

**Francisco Casanova-del-Angel**

Sección de Estudios de Posgrado e Investigación

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura

Unidad Profesional Adolfo López Mateos

Instituto Politécnico Nacional. México.

E-mail: [fcasanova@ipn.mx](mailto:fcasanova@ipn.mx)**María Elena Rosas-Sánchez**

Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura

Unidad Profesional Adolfo López Mateos

Instituto Politécnico Nacional. México

E-mail: [mrosass@ipn.mx](mailto:mrosass@ipn.mx)**RESUMEN**

Este trabajo hace una contribución académica basada en el fortalecimiento del quehacer docente en el nivel superior de las escuelas de ingeniería, con el objetivo de lograr un creciente aprovechamiento en los estudiantes de Ingeniería Civil. Para ello modificamos los elementos usuales de aprendizaje, llevando tal aprendizaje al desarrollo de las aptitudes y la confianza de los alumnos. Se fomentaron estrategias de aprendizaje diferentes a las tradicionales que dieron como resultado que los estudiantes crearan acrósticos, cuentos, historietas, juegos y canciones, con temas basados en las asignaturas afines a las matemáticas: Estática, Física, Estructuras Isostáticas y Resistencia de Materiales, logrando mejorar el entorno educativo de los estudiantes y al mismo tiempo apoyando el aprendizaje mediante el trabajo en equipo y adquiriendo el alumno un conocimiento más profundo de la asignatura.

**Keywords:** Enseñanza de matemáticas, TIC's, Competencias, Habilidades, Teléfono móvil.**ABSTRACT**

This work makes an academic contribution based on the strengthening of the teaching task at the top level of the schools of engineering, with the goal of achieving a growing achievement in students of Civil Engineering. For this reason we modify the elements of learning, leading it to the development of skills and the confidence of the students. Were fostered learning strategies different from the traditional ones that gave as result that students create crosswords, short stories, comics, games and songs, with themes based on the subjects of static, isostatic structures and strength of materials, and improve the learning environment of students and at the same time supporting learning through teamwork and acquiring the student a deeper knowledge of the subject.

**Keywords:** Teaching of mathematics, TIC's, Competencies, Capacities, Mobile phone.**1 INTRODUCCIÓN**

La investigación educativa como disciplina nace a finales del siglo XIX cuando se inicia la relación y aplicación de los conceptos de conocimiento científico, ciencia y método científico al ámbito de la educación. La investigación educativa se concibe como una disciplina transversal a todas las ramas de la educación, aportando las bases metodológicas para la creación de nuevo conocimiento educativo. Hasta gran parte de la segunda mitad del siglo XX, la educación fue impartida en el aula y a partir de las últimas décadas de ese siglo, y bajo el desarrollo de las computadoras, se inició la educación masiva a distancia. No se toma en cuenta esa educación que se inició en los Estados Unidos de Norteamérica en revistas de distribución masiva; tales como la revista de mecánica popular, que ofrecían cursos por correspondencia.

Pero ya sea que el conocimiento se imparta en el salón de clases o a través de un aparato electrónico, uno de los problemas que se tienen en el trayecto de aprender y asimilar el comportamiento de las estructuras; en el caso de la ingeniería civil, es que a los alumnos se les hace difícil la comprensión de sus fundamentos básicos, debido a que no es inmediata la relación de las matemáticas con el comportamiento del mundo real (Gimeno, 1999). ¿Cómo sería entonces la forma de relacionar estos conceptos para que conduzcan al aprendizaje significativo? y ¿cuál es la mejor forma de relacionar la teoría y la práctica para encontrar ese aprendizaje? Para dar respuesta a las anteriores preguntas detonantes, uno de los objetivos de este trabajo es el de contribuir al logro del aprendizaje con propuestas diferentes e innovadoras, a través del desarrollo de juegos de mesa y de otras aportaciones didácticas que incluyeran el avance tecnológico de los aparatos telefónicos celulares o móviles (Baquero, 1993).

Con el fin de evitar imprecisiones es necesario aclarar lo que se entiende por Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TIC's; herramientas utilizadas en nuestro caso de estudio. Éstas se definen como el conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de información, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Las TIC's se pueden agrupar en redes, terminales y servicios, así como una amplia gama de términos tales como los navegadores, redes de servicios, telefonía; fija y móvil, televisión, ordenadores, consolas, correos, búsqueda on-line, e-learning, e-commerce, etcétera. Otro de los recursos de las TIC's; que últimamente han impactado a un creciente número de usuarios, son las herramientas de colaboración en línea (Facebook, Twitter) que pueden ser utilizados en clase ya que son aplicables para diferentes fines tanto laborales como de investigación y construcción del conocimiento, permitiendo realizar el trabajo de forma ordenada y efectiva, y hacerse en menor tiempo, mejorando la productividad del individuo y de la empresa (Fuentes, 2001).

**2 TEORÍAS DE APRENDIZAJE Y TIC's**

La incorporación de las TIC's ha llevado a un auge de los modelos de formación y un avance en nuevas formas tanto de enseñar como de aprender. Las teorías de la educación han aportado elementos pedagógicos hacia este auge, repercutiendo en el aprendizaje. Los entornos virtuales permiten revolucionar desde modelos de aprendizaje basados en la transmisión de conocimiento a modelos basados en la construcción de conocimiento, siendo agentes activos los alumnos considerados y tratados pasivos en métodos tradicionales. Las TIC's introducen nuevas formas de seleccionar con rapidez la información acumulada por la humanidad durante siglos, pero plantean la necesidad de desarrollar destrezas para elegir la información más confiable, la mejor, la más congruente y necesaria, ante la enorme superficialidad y dispersión que emana de las fuentes electrónicas. Es necesario precisar que se tratan de herramientas que sirven como apoyo a la actividad docente, sin embargo, por sí mismas no constituyen ningún avance en cuanto a la forma en que se genera el aprendizaje, y contrario a lo que afirmaron Miles y Huberman en 1994 mejoran sustancialmente la eficiencia de la actividad docente (Miles y Huberman, 1994). Bajo la óptica de la referencia, veamos a continuación sucintamente las principales teorías de aprendizaje.

- La teoría significativa de AUSUBEL, señala que las TIC's son medios eficaces para el proceso de enseñanza aprendizaje. Esta afirmación se debe a que a través del ordenador se pueden hacer simulaciones, se pueden rescatar los saberes previos, se propicia el descubrimiento, pero no puede reemplazar a la realidad.
- La teoría psicogenética de PIAGET, no es partidaria de la computadora dándole relevancia a estrategias de aprendizaje a través de juegos, modelaje y experiencia empírica. Estas estrategias se pueden realizar a través del ordenador u otros recursos TIC's.
- El constructivismo de PAPERT intenta que, mediante la computadora, el niño pueda llegar a plantearse su propio pensamiento; tarea difícilmente realizable sin la computadora. Papert es conocido por el caso del programa LOGO.
- La teoría del conocimiento operante de SKINNER es pionera en la utilización de computadoras para la enseñanza programada. Este proceso consiste en la presentación secuencial de preguntas y en la sanción correspondiente a las respuestas de los estudiantes.
- La teoría del aprendizaje por descubrimiento de BRUNNER, afirma que se debe ayudar a los estudiantes a pasar progresivamente de un pensamiento concreto a un estado de representación conceptual o simbólica más adecuada al pensamiento. Los recursos TIC's constituyen condiciones externas que pueden afectar positivamente las condiciones internas del estudiante para un buen aprendizaje.

- La teoría del procesamiento de la información de GAGNER reduce todo a un sistema, por lo tanto, el aprendizaje es un proceso sistémico donde se recepciona información del exterior, se procesa y luego se producen nuevos conocimientos.

Los recursos TIC's son sistemas que pueden contribuir al sistema individuo o al sistema sociedad, e independientemente de la opción teórico-metodológica elegida, se debe considerar una serie de criterios que garanticen el rigor, la autenticidad y la validez del proceso de investigación. Estos criterios regulativos son: de veracidad, de aplicabilidad, de consistencia y de neutralidad. La diferencia fundamental entre los procesos de investigación *tradicionales*, presenciales o fuera de línea y los procesos en línea, radica en el uso intensivo de nuevas tecnologías.

### 3 ESTRATEGIA

Partiendo del hecho de que el modelo educativo del Instituto Politécnico Nacional de México, desde hace más de 10 años se basa en los conceptos de competencias y habilidades, la primera pregunta que uno se hace como profesor es: ¿cómo imparto nuevos conocimientos, sobre todo de matemáticas y/o temas específicos de ingeniería civil, haciendo que los alumnos compitan y muestren habilidades en ello? ¿Cómo hago para que muestren habilidad en el aprendizaje y compitan? La tarea es monumental o casi imposible, ya que solo a pedagogos y académico-políticos se les puede ocurrir semejante barbaridad (la de proponer poner a competir a los alumnos sin conocimiento alguno de matemáticas, y tratando de demostrar habilidades de un conocimiento no adquirido a cabalidad) (IPN, 2001). Esta casta no entiende, y nunca entenderá, que los conceptos de ciencia se aprenden leyendo, estudiando, comprendiendo, y realizando ejemplos y ejercicios. Posteriormente puedes competir y mostrarte hábil en la solución de problemas, pero mientras ¿cómo adquieres el conocimiento en competencias y habilidades? Algunas de las preguntas anteriores han sido ya tratadas por Casanova del Angel y Rosas Sánchez anteriormente. Ver (Casanova, 2010; Casanova, 2013; Casanova, 2014 y Rosas y Casanova, 2016)

### 4 PROCEDIMIENTO

Nuestra segunda estrategia se basa en el uso de las facilidades que dan los denominados teléfonos inteligentes. Pero antes de esto, creemos necesario dejar en claro que los programas de las asignaturas básicas en las licenciaturas en ingeniería, le exigen al profesor que la calificación del curso se reparta en porcentajes. Un porcentaje para la participación del alumno en clase, otro porcentaje en tareas extra aula y el mayor porcentaje en un número dado de exámenes departamentales. Por tal motivo nos hemos basado en el uso y facilidades que dan los denominados

teléfonos inteligentes, con la finalidad de aplicar la conocida teoría del aprendizaje significativo que plantea actividades que pueden incorporarse para su implementación tales como: utilización de actividades de aprendizajes auténticos; resolución de problemas, exploración y generación de hipótesis; colaboración y negociación social; procurar el desarrollo del pensamiento estratégico: articulación y reflexión; presentación de perspectivas múltiples; modelado y explicación de la construcción de esos modelos; así como proporcionar el andamiaje para la construcción del conocimiento. Estas son actividades donde se pueden aplicar entornos TIC's.

## **5 DESARROLLO DEL TRABAJO EXTRA AULA**

La aplicación e implementación y desarrollo de esta herramienta se realizó de la siguiente manera. A principios del semestre se les pidió a los alumnos que eligieran un tema del curso para que lo desarrollaran, que en este caso fue física, la que trata temas como análisis vectorial, termodinámica y campo magnético; entre otros, con la finalidad de exponerlo en aula y ante sus compañeros. Los requisitos fueron varios: desarrollar teóricamente el tema y ejemplificarlo, ponerlo en un procesador de palabras, que es este caso fue Word™, enviárselo al profesor para su revisión, y una vez aceptado, pasarlo a un programa presentador de imágenes; que en este caso fue Power Point™, enviarlo al teléfono celular del profesor para una revisión final y posteriormente al teléfono celular de sus compañeros para ser expuesto en sesión expresa y con celular en mano. A continuación, se muestra una imagen de una de las sesiones de presentación de uno de los temas ante el grupo, fotografía 1.



Fotografía 1. Exposición de tema usando teléfono inteligente.

Esta aportación nos conlleva a que el trabajo en equipo debe ser preparado previamente y cuidado en sus detalles de procesos y de forma. Este desarrollo de habilidades, por su complejidad e importancia admite tres niveles de dominio: un primero que corresponde a la responsabilidad que tienen las personas integrantes del equipo en la realización de tareas, en el cumplimiento de los plazos y en la consideración de que los objetivos comunes son prioritarios en relación a los objetivos propios a nivel individual. Un segundo nivel de dominio supone una mayor participación

e implicación en la eficacia del grupo, no solo participando formalmente en lo que se exige, sino interesándose por el buen entendimiento y armonía entre los miembros del grupo, poniendo de su parte para que unos aprendan de otros y se valoren. El liderazgo del grupo requiere organizar, tener iniciativas para mover a los demás y para tener influencia positiva sobre ellos, siendo estos los aspectos del tercer nivel de dominio de la competencia. Para reconocer y evaluar el aprendizaje y avance en estos tres niveles, debemos fijarnos en los siguientes indicadores: tarea realizada, participación, organización y valor social concedido a la tarea realizada con otros (Villa y Poblete, 2007).

## **6 CONCLUSIONES**

Entre los resultados obtenidos a lo largo del desarrollo de la investigación educativa que aquí se presenta, destacan los siguientes:

- muchos de los participantes sienten que el proceso de innovación es algo motivante, demostrando así que el impacto de las innovaciones en el proceso de enseñanza aprendizaje son relevantes, y sirven de apoyo a los procesos educativos,
- con los nuevos modelos educativos implementados en el sistema educativo mexicano; y muy especialmente en el Instituto Politécnico Nacional de México, es necesaria la elaboración de nuevas estrategias que contribuyan al logro de las metas institucionales planteadas para la educación en el nivel superior. Esta nueva actividad enriqueció el aprendizaje del estudiante, ya que se pudo lograr su trabajo en equipo y el desarrollo de nuevas habilidades para la comprensión de los fundamentos básicos de la asignatura,
- el papel del docente da un giro ya que se convierte en promotor y facilitador del aprendizaje, pues se desarrollan nuevos métodos, técnicas y actividades para impulsar la construcción del conocimiento entre los alumnos, así como la vinculación de los contenidos de la enseñanza con las experiencias personales y sociales de estos últimos, y
- por ser el docente quien ha desarrollado su práctica y vivido su proceso de transformación, puede dar cuenta de la metodología desarrollada y transmitirla a otros docentes a través del planteamiento de propuestas educativas y de formación encaminadas a la transformación de la práctica docente.

Las tecnologías emergentes obligan a redefinir la educación, tanto a distancia como presencial. Aunque continúa habiendo interés en la tecnología, el centro de atención no está en qué medio es el mejor, sino en qué atributos del medio pueden contribuir a una experiencia de aprendizaje positiva

y equivalente. Muchos estudios comparativos de medios indican que no hay grandes diferencias significativas inherentes a la efectividad del rendimiento de los medios utilizados. En relación a la educación a distancia todavía se analiza la comparación entre medios. Algunos estudios indican un nivel de rendimiento significativamente superior para los que aprenden a distancia y/o a través de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

Las instituciones de educación superior deben considerary evaluar este tipo de proyectos innovadores. Deben centrarse aún más en los aspectos innovadores, ampliar la formación de docentes con planes y programas de estudios que les den la capacidad de dotar a los alumnos de los conocimientos y competencias que son necesarias, así como promover el pensamiento crítico e independiente y la capacidad de aprender a lolargo de la vida. Dichos criterios deben estimular la innovación y el aprendizaje significativo.

### **AGRADECIMIENTOS**

Este artículo fue elaborado con parte del tiempo del proyecto de investigación IPN-SIP 20171058.

### **REFERENCIAS**

#### **LIBROS**

Baquero, R. (1993). *Aprendizaje pedagógico*. Ministerio de Cultura y Educación. Argentina. Enlace:<http://repositorio.educacion.gov.ar:8080/dspace/handle/123456789/91701>

Creswell, J. W. (2005). *Educational research: Planning conducting and evaluating quantitative and qualitative research* (4<sup>th</sup> edition., p. 115-143). New Jersey: Pearson Prentice Hall. SBN-13:978-0131367395. ISBN-10:0131367390.

Gimeno, S. J. (1999). *Diseño de la enseñanza. El papel de los profesores*. Curso de inducción a la docencia en el Instituto Politécnico Nacional. México.

Hewson, C. & Laurent, D. (2008). *Research design and tools for Internet research*. ISBN: 1-4129-2293-3, 978-1-4129-2293-7.

Instituto Politécnico Nacional. (2002). *Un nuevo modelo educativo para el IPN*. México.

IPN. Programa de Desarrollo Institucional. 2001. Instituto Politécnico Nacional. México



Villa, A & Poblete, M. (2007). *Aprendizaje basado en competencias, una propuesta para la evaluación de las competencias genéricas*. Bilbao. Ediciones Mensajero. ISBN: 978-84-271-2833-0.

## ARTÍCULOS EN REVISTA

Casanova-del-Angel, F. (2010). Análisis multidimensional del nivel de uso de tecnologías entre estudiantes de educación superior de México. *El Portulano de la Ciencia*®©. Año IX, Vol. III, núm. 23, enero de 2010, pp 871-882. ISSN: 1405-9207.

Casanova-del-Angel, F. (2013). Cómo construir una formación profesional basada en nuevas tecnologías de aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*. Volumen 10, Número 2, Año 2013, pp 38-44. International Institute of Informatics and Cybernetics, IIIC. ISSN: 1690-8627 On Line. [www.iiisci.org/journal/riSCI/Contents.asp?var=&Previous=ISS1002](http://www.iiisci.org/journal/riSCI/Contents.asp?var=&Previous=ISS1002)

Casanova-del-Angel, F. (2014). Hierarchical Cores Applied to an Analysis of Use of Technologies Level among Higher Education Students in Mexico. *Open Journal of Statistics*, 4, 837-850. Doi: 10.4236/ojs.2014.410079. 18 de Noviembre de 2014. ISSN Print: 2161-718X. ISSN Online: 2161-7198. Website: <http://www.scirp.org/journal/Home.aspx?IssueID=5686#.VL5uqy4YE8Q>

Rosas-Sánchez, M. E. (2010). Contribución académica a la llicenciatura en ingeniería civil. XVIII Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. León, Guanajuato. México.

Rosas-Sánchez, M E, & Casanova-del-Angel, F. (2016). Como Contribuir al Proceso de Obtención de una Educación de Calidad en el Nivel Superior en México. *Revista Iberoamericana de Sistemas, Cibernética e Informática*. Volumen 13, Número 1, Año 2016. ISSN: 1690-8627.

## INFORMACIÓN EXTRAÍDA DE PÁGINAS WEB

Fuentes, M. (2001). *Naufregar en Internet*. Ed. Virtual Educa. México. Enlace <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/0109037/fuentes.html>



Miles M. B. & Huberman A. M. (1994). Sampling: Bounding the collection of data. In Miles M. B. & Huberman A. M. (Eds.), *Qualitative data analysis* (2nd ed., pp. 27–34). Thousand Oaks, CA: Sage. [Google Scholar](#).